



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of:

BEST ET AL.

Attorney Dkt.: 16202.640

Appl. No.: 09/965,089

Group Art Unit: 1724

Filed: September 28, 2001

Examiner: Greene, Jason M.

Title: FILTER DEVICE

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

It is respectfully requested that this application be given the benefit of the foreign filing date under the provisions of 35 U.S.C. §119/365 of the following certified copy of which is submitted herewith.

Application No.

Country of Origin

Filed

200 16 803.7

Germany

September 29, 2000

It is believed that no fees are due for this submission. Should that determination be incorrect, then please debit Account 50-0548, and notify the undersigned.

Respectfully Submitted,



Joseph W. Berenato, III  
Reg. No. 30,546

Liniak, Berenato & White, LLC  
Suite 240  
6550 Rock Spring Dr.  
Bethesda, MD 20817  
Tele. (301) 896-0600

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

**Aktenzeichen:** 200 16 803.7

**Anmeldetag:** 29. September 2000

**Anmelder/Inhaber:** Thomas Josef Heimbach GmbH, Düren/DE

**Bezeichnung:** Filtereinrichtung

**IPC:** B 01 D, C 04 B, F 01 N

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.**

München, den 19. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Leibniz", which is the signature of the President of the German Patent and Trademark Office.

Nitschke

Beschreibung:

Filtereinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Filtereinrichtung mit Filterelementen aus Keramikmaterial, welche zu wenigstens einer Filterelementgruppe zusammengefaßt sind, in der die Filterelemente Seite an Seite aneinanderliegen und parallel durchströmbar sind.

Für die Heißgasfiltration, beispielsweise die Filtration von Dieselmotorabgasen, werden zunehmend Filterelemente aus porösem Keramikmaterial verwendet, wobei sich hier insbesondere das SiC-Keramikmaterial bewährt, das in der EP 0 796 830 A1 beschrieben ist. Es ist chemisch stabil und hat eine hohe Wärmeleitfähigkeit sowie Temperatur- und Temperaturwechselbeständigkeit. Wie aus der WO 93/13303 und der EP 1 013 328 A2 zu entnehmen ist, werden solche Filterelemente zu einer Filterelementgruppe oder mehreren davon zusammengefaßt, in der die Filterelemente Seite an Seite aneinanderliegen und parallel durchströmt werden. Zwischen den Filterelementen befinden sich Kontaktsschichten aus bei Einwirkung von Hitze expandierendem Material. Die Filterelementgruppen sind von Gehäusen umgeben, die gegebenenfalls austauschbar sein können.

Für den Einsatz an Dieselmotoren ist es wichtig, daß die sich am oder im Filterelement abgelagerten Rußteilchen in regelmäßigen Abständen entfernt werden, damit der Durch-

strömwiderstand insbesondere in den filterwirksamen Wandungen des Filterelements nicht zu hoch wird. Eine bekannte Abreinigungsmethode besteht darin, die Filterelemente durch Anlegen eines elektrischen Stroms so stark aufzuheizen, daß sich die Rußteilchen entzünden und abbrennen (vgl. WO 93/13303, EP 0 943 593 A1). Für diesen Zweck kann dem Keramikmaterial ein geeigneter elektrischer Widerstand gegeben werden (vgl. EP 0 796 830 A1). Damit ein möglichst widerstandssarmer Stromübergang gewährleistet ist, sind besondere elektrische Anschlüsse erforderlich, wie sie beispielsweise in der EP 0 943 593 A1 beschrieben sind.

In der US 4,505,107 ist eine Filtereinrichtung beschrieben, die in einem Filtergehäuse ein Filterelement aus porösem Keramikschaum enthält. An dessen Stirnseite ist eine Heizeinrichtung vorgesehen, die aus einem Heizgitter aus elektrisch leitfähigem Keramikmaterial besteht, das mit einer Mehrzahl von elektrischen Anschlüssen versehen ist, wobei jeweils zwei Anschlüsse an einem Stromkreis liegen. Auf diese Weise kann das Heizgitter nacheinander sektionsweise mit Strom beaufschlagt und damit erhitzt werden. Statt des Heizgitters können auch eine Mehrzahl von über die Stirnfläche des Filterelements verteilte Heizelemente mit Keramikbeschichtung vorgesehen sein, die ebenfalls nacheinander mit elektrischem Strom beaufschlagt werden.

Die elektrische Abreinigung bzw. Regeneration hat einen nicht unerheblichen Installations- und Steuerungsaufwand

zur Folge. Deshalb gehen die Bestrebungen dahin, auf diese Art Abreinigung zu verzichten und die Abreinigung durch das Abgas selbst vorzunehmen, beispielsweise indem die Abgastemperatur erhöht oder künstlich NO<sub>2</sub> erzeugt wird, das den Ruß durch höhere Oxidation im wesentlichen in CO<sub>2</sub> überführt. Eine solche Abreinigung läßt sich jedoch nicht bei allen Betriebszuständen zuverlässig erreichen. Insbesondere bei geringer Drehzahl, geringer Last oder im Kurzstreckenbetrieb kann das Abgas nicht so konditioniert werden, daß eine Verbrennung des Rußes bewirkt wird. Halten diese Betriebszustände längere Zeit an, kommt es zu Verstopfungen oder zumindest zu einem erheblichen Abgasgegendruck, der eine Leistungsminderung und eine Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs zur Folge hat.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Filtereinrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß eine Rußabreinigung auch bei Betriebszuständen möglich ist, bei denen eine Abreinigung über das Abgas nicht gelingt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß nur ein Teil der Filterelemente jeder Filterelementgruppe elektrische Anschlüsse für die Verbindung mit einer elektrischen Energiequelle aufweist und zumindest diese(s) erste(s) Teilelement(e) aus elektrisch leitfähigem Keramikmaterial besteht bzw. bestehen.

Grundgedanke der Erfindung ist es also, zwar eine elektrische Abreinigung vorzusehen, diese jedoch auf einen

Teil der Filterelemente zu beschränken und demgemäß den apparativen Aufwand vergleichsweise gering zu halten. Dem liegt die schon zur Erfindung gehörende Überlegung zugrunde, daß das Abgasvolumen gerade bei den Betriebszuständen, in denen eine Verbrennung des Rußes über das Abgas nicht gelingt, relativ gering ist und demgemäß schon eine Teilabreinigung ausreicht, um für einen ausreichend geringen Abgasgegendruck zu sorgen. Eine Vollregenerierung stellt sich dann ein, wenn der Dieselmotor warmgelaufen ist und höhere Lastzustände gefordert werden. Die beiden Abreingungsmethoden ergänzen sich auf diese Weise bei geringem zusätzlichen apparativen Aufwand. Hinzu kommt, daß für die übrigen Filterelemente keine Rücksicht auf deren elektrische Leitfähigkeit genommen werden muß.

In Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß das bzw. die erste(n) Filterelement(e) mittig angeordnet ist bzw. sind, weil dort die Energieumsetzung besonders effektiv ist. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, daß die ersten Filterelemente in der Filterelementgruppe verteilt angeordnet sind, wodurch eine höhere Flexibilität erreichbar ist. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, durch eine entsprechende Schaltung die Filterelemente abwechselnd abzureinigen.

Die Erfindung schließt nicht aus, daß auch die zweiten Filterelemente aus elektrisch leitfähigem Keramikmaterial bestehen. Dies bietet sich insbesondere dann an, wenn die an dem bzw. den ersten Filterelement(e) anliegenden zweiten Filterelemente elektrisch leitfähigen Kontakt zu dem

bzw. den ersten Filterelement(en) hat. Auf diese Weise kann eine Mitaufheizung der zweiten Filterelemente bewirkt werden. Durch entsprechende Auslegung der elektrischen Leitfähigkeit der ersten und zweiten Filterelemente sowie des Übergangs zwischen beiden kann die Mitaufheizung den jeweiligen Anforderungen maßgeschneidert angepaßt werden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die zweiten Filterelemente aus einem elektrisch nicht leitfähigen Material zu fertigen, sofern eine aktive Mitaufheizung nicht gewünscht ist. In diesem Fall wird eine Mitaufheizung durch Wärmeleitung bewirkt.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß die Wärmeleitfähigkeit der zweiten Filterelemente größer oder kleiner als die des bzw. der ersten Filterelements bzw. Filterelemente ist. Hierdurch kann die Mitaufheizung der zweiten Filterelemente entsprechen eingestellt werden.

Die Filterelemente können direkt aneinander anliegend angeordnet werden. Für einen Verbund ist es zweckmäßig, zwischen den Filterelementen Kontaktsschichten anzuordnen. Durch Material und Dicke der Kontaktsschichten kann der elektrische und der Wärmeleitwiderstand in dem jeweils gewünschten Maße beeinflußt werden. Hierzu eignen sich insbesondere Kontaktsschichten, die aus dem gleichen Keramikgrundmaterial bestehen wie die Filterelemente.

Sofern eine Mitaufheizung gewünscht ist, können die Kontaktsschichten elektrisch leitfähig ausgelegt werden. Be-

währt haben sich Kontaktschichten, wie sie in der EP 0 943 593 A1 beschrieben sind. Dabei sollte die elektrische Leitfähigkeit der Kontaktschichten geringer sein als die der ersten Filterelemente.

Die Kontaktschichten können so ausgebildet sein, daß sie die Filterelemente unmittelbar verbinden. Es können jedoch auch separate Kontaktschichten ohne Materialverbindung mit den Filterelementen vorgesehen sein. In diesem Fall werden die Filterelementen durch ein sie umgebendes Gehäuse zusammengehalten.

Die Wärmeleitfähigkeit der Kontaktschichten kann in der gleichen Größenordnung liegen wie die der ersten oder zweiten Filterelemente.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß die Filterelemente nebeneinander und sich abwechselnd Einströmkanäle und Ausströmkanäle aufweisen, die durch poröse, filterwirksame Längswandungen getrennt sind, wobei die Einströmkanäle einströmseitig offen und abströmseitig geschlossen und die Ausströmkanäle einströmseitig geschlossen und abströmseitig offen sind. Bewährt haben sich Einström- und Ausströmkanäle mit rechteckigem, insbesondere quadratischem Querschnitt. Dabei sollten die Außenwandungen der Filterelemente partikeldicht, insbesondere gasdicht ausgebildet sein. Die Filterelemente können rechteckigen, quadratischen, ovalen, runden und/oder schalenförmigen Querschnitt haben.

Die Filterelementgruppe (n) ist zweckmäßigerweise von einem Gehäuse mit einem Gasein- und Gasauslaß umschlossen, wobei jede Filterelementgruppe von einem eigenen Gehäuse umgeben sein kann, wenn mehrere Filterelementgruppen vorhanden sind. Eine entsprechende Ausbildung ist beispielsweise der EP 1 013 328 A2 zu entnehmen.

In der Zeichnung ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher veranschaulicht. Es zeigen:

Figur 1 eine erste Filterelementgruppe in der Stirnansicht;

Figur 2 eine zweite Filterelementgruppe in der Stirnansicht und

Figur 3 eine dritte Filterelementgruppe in der Stirnansicht.

Die in Figur 1 dargestellte Filterelementgruppe 1 weist ein erstes, im Querschnitt kreisrundes Filterelement 2 aus einem elektrisch leitfähigen Keramikmaterial auf, das von vier schalenförmigen zweiten Filterelementen aus Keramikmaterial umgeben ist. Sämtliche Filterelemente 2, 3, 4, 5 werden axial durchströmt, d.h. senkrecht zur Zeichnungsebene. Hierzu weisen sie in an sich bekannter Weise nebeneinander und abwechselnd Einström- und Ausströmkanäle auf, die durch poröse filterwirksame Längswandungen getrennt sind, wobei die Einströmkanäle einströmseitig -

hier stirnseitig - offen und abströmseitig geschlossen und die Ausströmkanäle einströmseitig geschlossen und abströmseitig offen sind. Dies ist hier nicht näher dargestellt. Die Ein- und Ausströmkanäle sind schachbrettartig angeordnet.

Das zentrale erste Filterelement 2 ist - was hier nicht näher dargestellt ist - an beiden stirnseitigen Enden mit elektrischen Anschlüssen versehen, wie sie in der EP 0 943 593 A1 beschrieben sind. Das erste Filterelement 2 kann an einen Stromkreis angeschlossen und deshalb mit Strom beaufschlagt werden. Der elektrische Widerstand des ersten Filterelements 2 ist so bemessen, daß es sich bei Strombeaufschlagung derart erhitzt, daß Ruß, der sich dort abgesetzt hat, verbrennt.

Die zweiten Filterelemente 3, 4, 5, 6 liegen an dem ersten Filterelement 2 über eine hier nicht näher dargestellte Kontaktsschicht an. Sie haben keine elektrischen Anschlüsse. Je nach Art der Kontaktsschichten und der Wärmeleitfähigkeit der zweiten Filterelemente 3, 4, 5, 6 werden diese bei Strombeaufschlagung des ersten Filterelements 2 mitaufgeheizt, wobei die Aufheizung auch so weit gehen kann, daß auch bei diesen Filterelementen 3, 4, 5, 6 ein zumindest teilweises Abbrennen des Rußes erfolgt. Sofern dies gefördert werden soll, können auch die zweiten Filterelemente 3, 4, 5, 6 aus einem elektrisch leitfähigen Keramikmaterial hergestellt werden.

Die Filterelementgruppe 1 ist dazu bestimmt, in das Filtergehäuse einer Filtereinrichtung eingebaut zu werden, wobei die Filtereinrichtung dann in der Abgasanlage eines Dieselmotors installiert wird. Gewöhnlich geschieht die Rußabreinigung durch entsprechende Abgasbehandlung, beispielsweise Erhöhung der Abgastemperatur auf ein Niveau, bei dem der Ruß verbrennt. Wird das betreffende Fahrzeug nur mit geringer Last oder im Kurzstreckenbetrieb eingesetzt, besteht die Gefahr, daß Betriebszustände, bei denen die Abgastemperatur zum Verbrennen des Rußes ausreicht, nicht erreicht werden. In diesem Fall wird elektrischer Strom auf das erste Filterelement 2 gegeben, so daß es sich auf eine Temperatur erhitzt, bei der der Ruß verbrennt.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 zeigt eine Filterelementgruppe 11, in dem zentral ein erstes Filterelement 12 angeordnet ist, das von acht zweiten Filterelementen 13 bis 20 umgeben ist. Im Unterschied zu der Ausführungsform gemäß Figur 1 haben hier die Filterelemente 12 bis 20 quadratischen Querschnitt, so daß auch die Filterelementgruppe 11 einen quadratischen Querschnitt aufweist. Bis auf die abweichenden Querschnitte gilt die Beschreibung zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1.

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Filterelementgruppe 21 dargestellt, bei dem zwei erste Filterelemente 22, 23 im Abstand zueinander und getrennt durch ein zweites Filterelement 24 angeordnet sind. Die ersten Filterelemente 22, 23 sind umgeben von weiteren

zweiten Filterelementen - beispielhaft mit 25 bezeichnet -, so daß sich insgesamt ein quadratischer Querschnitt für die Filterelementgruppe 21 ergibt. Die Filterelemente 22, 23, 24, 25 selbst haben ebenfalls quadratischen Querschnitt.

Was die ersten und zweiten Filterelemente 22, 23, 24, 25 ansonsten angeht, kann auf die Beschreibung der Filterelemente 2 bis 6 gemäß Figur 1 Bezug genommen werden. Bei der Filterelementgruppe 21 besteht die Möglichkeit, die Abreinigung der ersten Filterelemente 22, 23 unabhängig voneinander und zeitlich versetzt durchzuführen, indem eine entsprechende Schaltung vorgesehen wird.

Ansprüche:Filtereinrichtung

1. Filtereinrichtung mit Filterelementen (2 bis 6; 12 bis 20; 22 bis 25) aus Keramikmaterial, welche zu wenigstens einer Filterelementgruppe (1, 11, 21) zusammengefaßt sind, in der die Filterelemente (2 bis 6, 12 bis 20; 22 bis 25) Seite an Seite aneinanderliegen und parallel durchströmbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein Teil der Filterelemente (2, 12, 22, 23) jeder Filterelementgruppe (1, 11, 21) elektrische Anschlüsse für die Verbindung mit einer elektrischen Energiequelle aufweist und zumindest diese(s) erste(s) Filterelement(e) (2, 12, 22, 23) aus elektrisch leitfähigem Keramikmaterial besteht bzw. bestehen.
2. Filtereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das bzw. die erste(n) Filterelement(e) (2, 12) mittig angeordnet ist bzw. sind.
3. Filtereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Filterelemente (22, 23) in der Filterelementgruppe (21) verteilt angeordnet sind.
4. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das bzw. die erste(n)

Filterelement(e) (2, 12, 22, 23) von den zweiten Filterelementen (3 bis 6; 13 bis 20; 24, 25) umgeben ist bzw. sind.

5. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß auch die zweiten Filterelemente (3 bis 6; 13 bis 20; 24, 25) aus elektrisch leitfähigem Keramikmaterial bestehen.
6. Filtereinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die an dem bzw. den ersten Filterelement(e) (2, 12, 22, 23) anliegenden zweiten Filterelemente (3 bis 6; 13 bis 20; 24, 25) elektrisch leitfähigen Kontakt zu dem bzw. den ersten Filterelement(en) (2, 12, 22, 23) hat bzw. haben.
7. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Filterelemente (3 bis 6; 13 bis 20; 24, 25) aus einem elektrisch nicht leitfähigen Keramikmaterial bestehen.
8. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeleitfähigkeit der zweiten Filterelemente (3 bis 6; 13 bis 20; 24, 25) größer oder kleiner ist als die des ersten Filterelements (1, 12) bzw. der ersten Filterelemente (22, 23).
9. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Filter-

elementen (2 bis 6; 12 bis 20; 22 bis 25) Kontakt-  
schichten angeordnet sind.

10. Filtreinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Kontaktsschichten aus dem gleichen  
Keramikgrundmaterial bestehen wie die Filterelemente  
(2 bis 6; 12 bis 20; 22 bis 25).
11. Filtreinrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Kontaktsschichten elektrisch  
leitfähig sind.
12. Filtreinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die elektrische Leitfähigkeit der Kon-  
taktsschichten geringer ist als die der ersten Filte-  
relemente (2, 12, 22, 23).
13. Filtreinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktsschichten  
die Filterelemente (2 bis 6; 12 bis 20; 22 bis 25)  
verbinden.
14. Filtreinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktsschichten  
als separate Schichten ohne Materialverbindung mit  
den Filterelementen (2 bis 6; 12 bis 20; 22 bis 25)  
ausgebildet sind.
15. Filtreinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeleitfähigkeit

der Kontaktschichten in der gleichen Größenordnung liegt wie die der ersten und/oder zweiten Filterelemente (2 bis 6; 13 bis 20; 22 bis 25).

16. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, die Filterelemente (2 bis 6; 12 bis 20; 22 bis 25) nebeneinander und sich abwechselnde Einströmkanäle und Ausströmkanäle aufweisen, die durch poröse, filterwirksame Längswandungen getrennt sind, wobei die Einströmkanäle einströmseitig offen und abströmseitig geschlossen und die Ausströmkanäle einströmseitig geschlossen und abströmseitig offen sind.
17. Filtereinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Einström- und Ausströmkanäle rechteckigen Querschnitt haben.
18. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwandung der Filterelemente (2 bis 6; 12 bis 20; 22 bis 25) partikel-dicht, insbesondere gasdicht ausgebildet sind.
19. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwandungen der Filterelemente (2 bis 6; 12 bis 20; 22 bis 25) rechteckigen, quadratischen, ovale, runden und/oder schalenförmigen Querschnitt haben.

20. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterelementgruppe(n) (1,11,21) von einem Gehäuse mit einem Gasein- und einem Gasauslass umschlossen ist bzw. sind.
21. Filtereinrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Filterelementgruppen (1, 11, 21) vorhanden sind und jede Filterelementgruppe (1, 11, 21) von einem eigenen Gehäuse umgeben ist.
22. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterelemente (2 bis 6; 12 bis 20; 22 bis 25) und gegebenenfalls die keramischen Kontaktsschichten im wesentlichen den gleichen Ausdehnungskoeffizienten über den Betriebstemperaturbereich aufweisen.

